

**Pr c dings of th 63rd Annual Me ting of Appli d  
Physics on  
DVD/CD Compatibility using Blu-ray Disc Pick Up,  
Naoki Kaiho et al., September, 2002, No.3, P.1008,  
Lecture Number (27p-YD-5)**

A. Relevance of the Above-identified Document

This document has relevance to claim 35 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document  
Design of optical system

The objective lens was optimized for the Blu-Ray Disc by infinite coupling. In order for the objective lens to realize compatibility with DVD/CD having different thicknesses for the cover glass and having different wavelengths, (1) finite coupling was optimized to minimize spherical aberration, and (2) numerical aperture was limited by selecting wavelengths (NA0.85/0.60/0.45)...(3) A hologram (HOE) that serves as a concave lens only for a wavelength of 785nm was used to provide an infinite coupling system.

Table: Pick Up Design

	BD	DVD	CD
WAVELENGTH (nm)	405	655	785
COVER GLASS (mm)	0.1	0.6	1.2
NA	0.85	0.60	0.45
FOCAL LENGTH (mm)	1.98	2.10	2.12
LD-OL DISTANCE (mm)	$\infty$	33.8	$\infty$ (12)
WORKING DISTANCE (mm)	0.74	0.63	0.60

## 27p-YD-3

### 3次元微細周期構造を有する記録媒体を用いた3次元光メモリ

Three-dimensional optical memory using the recording medium with periodic structures

静岡大学工学部 ○中野 雅晴, 川田 善正  
Shizuoka University ○Masaharu Nakano, Yoshimasa Kawata  
nakano@optsci.eng.shizuoka.ac.jp

我々はこれまで、3次元微細周期構造を有する記録媒体を用いて、記録密度と再生コントラストを向上させる3次元光メモリについて報告してきた[1,2]。今回は開発した記録媒体を用いて面内のビット間隔が1.5[μm]で3次元記録を行った結果を報告した。今回は500[nm]まで高密度化した3次元記録することに成功した結果について報告する。開発した記録媒体は、周期構造により記録ビットの拡がりを3次元方向に対し制限するため、面内および光軸方向に対する記録密度を向上させることができる。また、記録したビットの持つ空間周波数分布は、高周波数領域まで拡が

るため、再生信号のコントラストを向上させることができる。  
Figure 1に3次元微細周期構造を有する記録媒体に2光子吸収を用いてビットを3次元記録し、再生した結果を示す。ビット間隔は500[nm]である。記録層の面内に周期構造として、メッシュ構造を作製した。黒い部分がビットを記録した領域であり、屈折率変化を起こしている。記録したビットの形状は四角形になっており、記録領域が制限されていることがわかる。記録は、光源としてTi:sapphire Laser(波長λ=790[nm])を用い、NA1.3、倍率100倍の油浸対物レンズを用いた。再生は、記録と同じ対物レンズを用いて位相差顕微鏡で行った。

1) S. Kawata and Y. Kawata, Chem. Rev. 100, 1777(2000)

2) M. Ishikawa, et al., Opt. Lett. 23, 1781(1998)



Fig.1 記録・再生結果

## 27p-YD-4

### 青紫色2ビーム光ヘッドによる記録再生実験

Read-write experiment by dual beam head of blue-violet laser

NHK技研、(株)ケンウッド\*、○佐々木憲太郎、小出大、石井紀彦、柳澤斉、清水直樹、徳丸春樹、藤田欣裕、常盤和典\*

NHK STRL, KENWOOD CORP.\* K.Sasaki, D.Koide, N.Ishii, H.Yanagisawa, N.Shimidzu, H.Tokumaru, Y.Fujita and K.Tokiwa  
sasaki.k-fq@nhk.or.jp

はじめに 放送用ハイビジョン光ディスクの実現を目指し高転送レート化の研究を進めている。これには多ビームによる並列記録再生が有効な手段であるが、隣接するビームからの漏れ光による再生信号の劣化という問題があった。今回、2つのレーザビームを光学的に合成させる方式について検討し、スポット間隔が10μmの青紫色(405nm)の2ビーム光ヘッドを試作した。この光ヘッドを用いて記録再生実験を行ったので報告する。  
実験 相変化媒体を線速度19.5m/sで回転させ長さ260nmのマークを記録し、隣接するビームからの漏れ光を測定した(図1)。漏れ光は再生光のキャリア比で-48dBと十分に低いレベルに抑圧されている。次に、ランダム信号をRLL(1,7)変調し記録再生実験(最短マーク長260nm)を行った。図2に示すような良好な再生アイパターン(100Mbps×2)が得られた。ジッタ値は、ビーム1が12%、ビーム2が14%であった。これはビーム1を基準にしてフォーカス・トラッキング制御を行ったためと考えられる。

まとめ スポット間隔10μmの青紫色2ビーム光ヘッドを試作し、隣接するビームからの漏れ光をキャリア比で-48dBに抑圧できた。また、記録再生実験を行い200Mbps(100Mbps×2)の信号再生が可能であることを確認した。

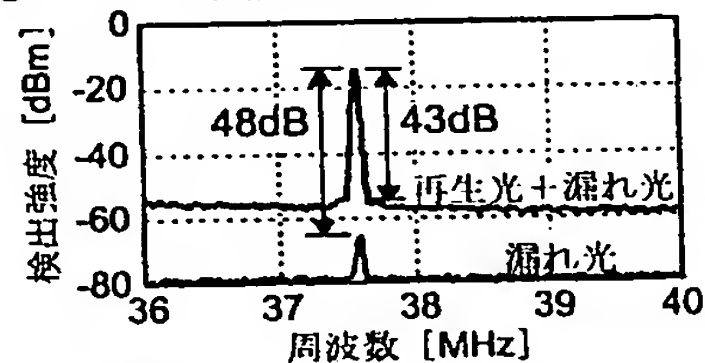


図1 漏れ光特性



図2 アイパターン

## 27p-YD-5

### Blu-ray Disc 用 Pick Up における DVD/CD 互換技術

DVD/CD Compatibility using Blu-ray Disc Pick Up

サムスン横浜研究所<sup>1</sup>、三星電機<sup>2</sup> ○海保直樹<sup>1</sup>、竹谷智良<sup>1</sup>、新藤博之<sup>1</sup>、森下一郎<sup>1</sup>、尹漢漢<sup>2</sup>、鄭鎮燮<sup>2</sup>

Samsung Yokohama Research Institute<sup>1</sup> ON.KAIHO<sup>1</sup>, N.TAKEYA<sup>1</sup>, H.SHINDO<sup>1</sup>, I.MORISHITA<sup>1</sup>

Samsung Electro-Mechanics Co.,Ltd.<sup>2</sup> Yong-Han YOON<sup>2</sup>, Ho-Seop JEONG<sup>2</sup>

Email: michiro@samsung.co.jp

はじめに 我々はこれまでに NA0.85 の単玉対物 Lens を用いた Blu-ray Disc (BD) 相当の記録再生について報告した[1]。今回はこの対物 Lens を用いた Pick Up において DVD/CD 互換技術を確認したので報告する。

光学系設計 対物 Lens は BD 用に無限共役で最適化されたものである。この対物 Lens で Cover Glass の厚みと波長の異なる DVD/CD に対して互換を実現するためには、①球面収差が最小となる最適な有限共役化と、②波長選択による開口制限 (NA0.85/0.60/0.45) を行う。ところで CD 互換の場合 Working Distance を DVD 並に確保すると、LD (Laser) - OL (対物) 距離が短くなり、LD が配置できなくなる。そこで、③785nm のみに凹 Lens 効果を有する Hologram (HOE) を用いて無限共役系とした。

実験結果 BD 用の NA0.85 単玉対物 Lens と HOE の組合せで、BD の記録再生及び、DVD/CD の再生を実現することができた。図2に BD 記録再生波形と CD 再生波形を示す。

[1] M. Togashi et al. PCOS2001 pp.85-88

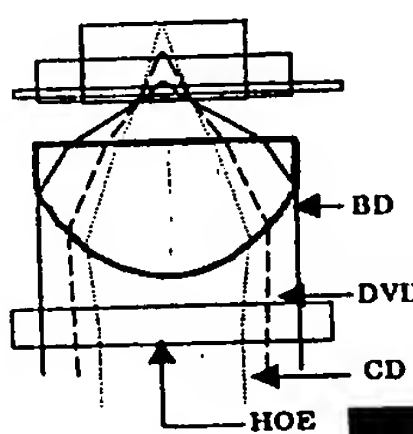


図1 互換光学系

表 Pick Up の設計仕様

	BD	DVD	CD
Wave Length (nm)	405	655	785
Cover Glass (mm)	0.1	0.6	1.2
NA	0.85	0.60	0.45
Focal Length (mm)	1.98	2.10	2.12
LD-OL Dist. (mm)	∞	33.8	∞(12)
Working Dist. (mm)	0.74	0.63	0.60



図2 実験結果

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    7 月 2 6 日  
Date of Application:

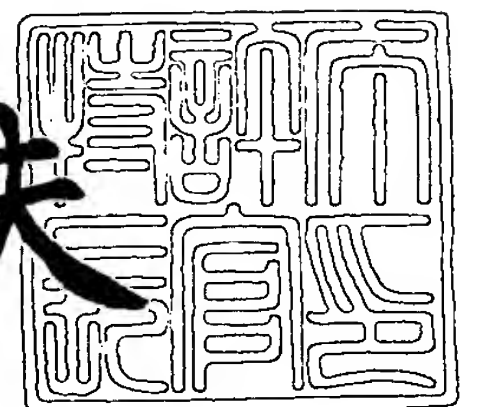
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 1 8 8 1 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 1 8 8 1 1 ]

出    願    人            シャープ株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02J02092

【提出日】 平成14年 7月26日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135  
G02B 5/18

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 西岡 澄人

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 中野 郁雄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 緒方 伸夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100113701

【弁理士】

【氏名又は名称】 木島 隆一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115026

【弁理士】

【氏名又は名称】 圓谷 徹

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116241

【弁理士】

【氏名又は名称】 金子 一郎

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の波長  $\lambda_1$  を有する第 1 光ビームを出射する第 1 の光源、

第 1 の波長よりも長い第 2 の波長  $\lambda_2$  を有する第 2 光ビームを出射する第 2 の光源、

第 1 光透過層を有する第 1 記録媒体の情報記録面に前記第 1 光ビームを集光させるとともに、第 1 光透過層よりも厚い第 2 光透過層を有する第 2 記録媒体の情報記録面に前記第 2 光ビームを集光させる対物レンズ、および

前記第 1 及び第 2 の光源から前記対物レンズまでの光路中に配置されている、回折格子と屈折率  $n$  のレンズとを有する回折光学素子を備える光ピックアップにおいて、

上記回折格子の回折面とレンズのレンズ面の頂点との間の距離を  $a$ 、第 2 光ビームの半径を  $R$ 、および第 2 ビームの最外の光線が通過する上記回折格子におけるピッチを  $d$  としたとき、

上記回折光学素子は、

上記第 1 光ビームの上記回折格子における  $m_1$  次回折光の回折角  $\alpha_1$ 、 $m_1$  次回折光のレンズにおける屈折光と上記第 1 光ビームの光軸との角度  $\beta_1$ 、上記第 2 光ビームの上記回折格子における  $m_2$  次回折光の回折角  $\alpha_2$ 、および  $m_2$  次回折光のレンズにおける屈折光と上記光軸との角度  $\beta_2$  が、

以下の式

【数 1】

$$f(d, m_1) = f(d, m_2)$$

ただし、 $f(d, m_x)$  は下記の関数、ここで、 $x$  は 1 または 2 である、



## 【数 2】

$$f(d, m_x) = \frac{(R - a \tan \alpha_x) \sqrt{C_x^2 + S_x^2}}{S_x - C_x \tan \alpha_x - \sqrt{C_x^2 - S_x^2} \tan \alpha_x}$$

$$C_x = n \cos \alpha_x - \cos \beta_x$$

$$S_x = n \sin \alpha_x - \sin \beta_x$$

$$\sin \alpha_x = \frac{m_x \lambda_x}{d}$$

を満たすように  $m_1$ 、 $m_2$  が設定されていることを特徴とする光ピックアップ。

## 【請求項 2】

上記回折光学素子は、前記回折格子とレンズとが一体になっていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 3】

$\beta_1 = 0$ 、 $\beta_2 > 0$  であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 4】

前記  $m_2$  次回折光は、前記  $m_1$  次回折光以下の次数であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 5】

前記回折光学素子は、 $m_1 = 1$ 、 $m_2 = 1$  に設定されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 6】

前記回折光学素子は、 $m_1 = 1$ 、 $m_2 = 0$  に設定されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 7】

前記レンズは、凸面が球面である平凸レンズであり、前記回折格子は、前記平凸レンズの平面に備えられていることを特徴とする請求項 5 に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 8】

前記レンズは、凹面が非球面である平凹レンズであり、前記回折格子が平凹レンズの平面に備えられていることを特徴とする請求項 6 に記載の光ピックアップ。



。

**【請求項 9】**

前記回折格子は鋸歯状の断面を有することを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ。

**【請求項 1 0】**

前記回折格子は階段状の断面を有することを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ。

**【請求項 1 1】**

前記回折光学素子と前記対物レンズと一体化し、前記記録媒体の面振れおよび回転偏芯に追従させるための駆動手段を備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の光ピックアップ。

**【発明の詳細な説明】****【 0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光記録媒体に情報を記録、あるいは光学的に光記録媒体から情報を再生する光ディスク装置に関し、特に、光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さが異なる光記録媒体、あるいは最適な再生信号の得られる波長が異なる光記録媒体に対して、記録あるいは再生を行なう光ピックアップに関する。

**【 0 0 0 2】****【従来の技術】**

光学式記録再生装置には、光記録媒体の例えば D V D (digital video disc) 等の光ディスクから記録情報を読み取りできる光学式ディスクプレーヤがある。容量 4 . 7 G B の D V D が市場に導入されているが、更に高密度なパッケージメディアの要求が強く、その検討が進んでいる。記録密度の向上には、良く知られているように光学式ディスクプレーヤで使用される光源の短波長化および対物レンズの高 N A 化が有効である。現在、次世代高密度光ディスクを再生するための光学式ディスクプレーヤにおいて、対物レンズの開口数 (Numerical Aperture : N A) を従来の D V D における 0 . 6 から 0 . 8 5 に上げるとともに、使用する光源の波長を従来の D V D における 6 5 0 n m から 4 0 5 n m へと短波長化するこ

とにより、絞り込みスポットを微小化させて記録密度の向上を図っている。

#### 【 0 0 0 3 】

光学式ディスクプレーヤの対物レンズのNAを大きくすると、光ディスクが傾いたときに発生するコマ収差が急激に増大するため、絞り込みスポットの集光特性が劣化しやすくなるという問題点がある。光ディスク傾きにより発生するコマ収差は、光ディスクの光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さに比例する。従って、光ディスクの光透過層を薄くすることにより、光学式ディスクプレーヤの対物レンズのNAを大きくすることにもなうコマ収差の増大を抑制することが可能である。この考え方に基づいて、次世代高密度光ディスクにおいては光ディスクの光透過層を従来DVDの0.6mmから0.1mmへと薄型化することが提案されている。

#### 【 0 0 0 4 】

ここで、次世代高密度光ディスクは広く普及しているDVDとの互換性の確保が求められる。つまり、次世代高密度光ディスクの記録再生装置はDVDを記録再生できる事が必要となる。

#### 【 0 0 0 5 】

しかし、光ディスクにおける光透過層の厚さや、光ディスクに入射する光の波長が異なると、光ディスクの互換性の確保が困難になるという問題がある。通常対物レンズは、特定の光ディスクにおける光透過層の厚さと、使用される光の波長とを想定して設計されている。つまり、設計された光透過層厚さや使用された波長が大幅に異なる光ディスクに対しては、絞り込みスポットに球面収差が発生し、絞り込みスポットの集光特性が劣化する。

#### 【 0 0 0 6 】

使用される光の波長が異なり、光透過層が同じ厚さの光ディスクの場合の問題点を解決する従来例として、特開 2 0 0 1 - 9 3 1 7 9 号公報（公開日：平成 1 3 年 4 月 6 日）がある。上記公報に記載されている光ピックアップでは、405nmおよび650nmの波長を有する2光源（405nmの波長の光源および650nmの波長の光源）を使用している。そして、405nmの波長の光で透過層の厚さが0.6mmの光ディスクに集光する事ができる対物レンズに入射する

前の光束中にホログラム素子を設けて、4 0 5 n m の波長の光に対しては 2 次回折光を利用し、6 5 0 n m の波長の光に対しては 1 次回折光を利用する事により、異なる 2 つの波長の光に対して十分な回折効率を得る事ができ、また 6 5 0 n m の波長の光に対して発生する球面収差を補正することができる。

#### 【0 0 0 7】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記の従来技術を、異なる厚さの光透過層を持つ次世代高密度光ディスクと DVD との互換に適用すると、それら光ディスクの光透過層の厚さの違いにより発生する球面収差のため、絞り込みスポットの集光特性が著しく劣化する。その為、十分な記録再生信号が得られなくなる等の問題が発生する。

#### 【0 0 0 8】

また、他の方法として、光源の発光点位置を移動することで設定波長以外の光源の光を、発散光で入射し、球面収差を補正する方法が考えられているが、対物レンズの移動時の性能を維持する事が難しい等の問題点が発生する。

#### 【0 0 0 9】

本発明の目的は、上記の問題点を解決し、1 つの対物レンズを用いて、光透過層の厚さおよび再生に最適な波長の異なる光ディスク（記録媒体）に対して、記録再生が可能な光ピックアップを実現することにある。

#### 【0 0 1 0】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の光ピックアップは、上記の課題を解決するために、第 1 の波長  $\lambda_1$  を有する第 1 光ビームを出射する第 1 の光源、第 1 の波長よりも長い第 2 の波長  $\lambda_2$  を有する第 2 光ビームを出射する第 2 の光源、第 1 光透過層を有する第 1 記録媒体の情報記録面に前記第 1 光ビームを集光させるとともに、第 1 光透過層よりも厚い第 2 光透過層を有する第 2 記録媒体の情報記録面に前記第 2 光ビームを集光させる対物レンズ、および前記第 1 及び第 2 の光源から前記対物レンズまでの光路中に配置されている、回折格子と屈折率  $n$  のレンズとを有する回折光学素子を備える光ピックアップにおいて、上記回折格子の回折面とレンズのレンズ面の頂点との間の距離を  $a$ 、第 2 光ビームの半径を  $R$ 、および第 2 ビームの最外の光

線が通過する上記回折格子におけるピッチを  $d$  としたとき、上記回折光学素子は、上記第 1 光ビームの上記回折格子における  $m_1$  次回折光の回折角  $\alpha_1$ 、 $m_1$  次回折光のレンズにおける屈折光と上記第 1 光ビームの光軸との角度  $\beta_1$ 、上記第 2 光ビームの上記回折格子における  $m_2$  次回折光の回折角  $\alpha_2$ 、および  $m_2$  次回折光のレンズにおける屈折光と上記光軸との角度  $\beta_2$  が、以下の式

【0011】

【数 3】

$$f(d, m_1) = f(d, m_2)$$

【0012】

ただし、 $f(d, m_X)$  は下記の関数、ここで、 $X$  は 1 または 2 である、

【0013】

【数 4】

$$f(d, m_X) = \frac{(R - a \tan \alpha_X) \sqrt{C_X^2 + S_X^2}}{S_X - C_X \tan \alpha_X - \sqrt{C_X^2 - S_X^2} \tan \alpha_X}$$

$$C_X = n \cos \alpha_X - \cos \beta_X$$

$$S_X = n \sin \alpha_X - \sin \beta_X$$

$$\sin \alpha_X = \frac{m_X \lambda_X}{d}$$

【0014】

を満たすように  $m_1$ 、 $m_2$  が設定されていることを特徴としている。

【0015】

上記の構成によれば、第 1 記録媒体に対して第 1 光ビームを用い、第 2 記録媒体に対して第 2 光ビームを用いている。このとき、第 1 記録媒体における第 1 光透過層は、第 2 記録媒体における第 2 光透過層よりも厚いため、上記第 2 光透過層の厚さにより収差が生じる。しかしながら、上記の式を満たすことにより、この収差を補正することができる。したがって、より高精度に記録媒体の情報記録面に集光することができ、記録、再生を行うことができる光ピックアップを提供することができる。

【0016】

つまり、波長の大きく異なる光源で開口数の大きな対物レンズを用いても光透

過層の厚さの異なる記録媒体上に、数1の条件式を満たす回折次数を利用する回折格子とレンズを有する回折光学素子を利用することで、それぞれ回折限界まで集光する光スポットを形成し、光透過層の厚さ及び再生に最適な波長の異なる記録媒体に対して、記録再生可能な光ピックアップを実現できる。

【0017】

本発明の光ピックアップは、上記回折光学素子が、前記回折格子とレンズとが一体になっていることが好ましい。

【0018】

上記の構成によれば、上記光ピックアップにおける部品点数を減らすことができる。

【0019】

本発明の光ピックアップは、 $\beta 1 = 0$ 、 $\beta 2 > 0$ であることが好ましい。

【0020】

上記の構成によれば、第1光ビームは、 $\beta 1 = 0$ とすることにより、平行光となり、対物レンズにおけるシフト特性を確保しやすくすることができる。このとき、第2記録媒体の第2光透過層では、球面収差が生じるが、上記のように、 $\beta 2 > 0$ として第2光ビームを発散光とすることにより、この球面収差を抑制することができる。

【0021】

また、本発明の光ピックアップは、前記 $m 2$ 次回折光が、前記 $m 1$ 次回折光以下の次数であることが好ましい。

【0022】

上記の構成によれば、前記 $m 1$ 次回折光と前記 $m 2$ 次回折光とが記録媒体の情報記録面上において、同一の焦点を形成することがないので、これら回折光による読取または記録への影響を抑えることができる。

【0023】

また、本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子は、 $m 1 = 1$ 、 $m 2 = 1$ に設定されていることが好ましい。さらに、前記レンズは、凸面が球面である平凸レンズであり、前記回折格子は、前記平凸レンズの平面に備えられていること

が好ましい。

【 0 0 2 4 】

また、前記回折光学素子は、 $m_1 = 1$ 、 $m_2 = 0$ に設定されていることが好ましい。さらに、前記レンズは、凹面が非球面である平凹レンズであり、前記回折格子が平凹レンズの平面に備えられているが好ましい。

【 0 0 2 5 】

上記のように、各条件を設定することにより上記光ピックアップを好適に実現することができる。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の光ピックアップは、前記回折格子が鋸歯状の断面を有することが好ましい。また、前記回折格子は階段状の断面を有することが好ましい。

【 0 0 2 7 】

上記の構成によれば、回折格子を鋸歯状、階段状等にブレード化し、高さを調節することで光の利用効率を上げることができ、高出力が必要な情報の記録や消去を行うことができる光ピックアップが実現できる。更に、レーザ出力を小さくできるため消費電力を抑えることができる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子と前記対物レンズと一体化し、前記記録媒体の面振れおよび回転偏芯に追従させるための駆動手段を備えていることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

上記の構成によれば、回折光学素子と対物レンズとを一体駆動することができるので、対物レンズの移動に対する特性の劣化を抑えることができる。

【 0 0 3 0 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態にかかる光ピックアップについて、図 1 ないし図 5 を参照して以下に説明する。

【 0 0 3 1 】

図 1 は本実施の一形態にかかる光ピックアップの概略を示す。上記光ピックア



ップは、第1出射部（第1の光源）16と、第2出射部（第2の光源）20と、光照射部30とを備えている。

### 【0032】

上記光ピックアップでは、第1出射部16あるいは第2出射部20から出射された第1光ビームあるいは第2光ビームが、光照射部30において光軸が合わされ、対物レンズユニット40にて微小なスポットSPa・SPbとして光ディスク13a・13bに照射されるようになっている。上記光ディスク13a・13bは、光透過層と記録層（情報記録面）とを備えており、記録層上に形成される。ここで、上記光ディスク13aの光透過層の厚さは $t_1$ 、光ディスク13bにおける光透過層の厚さは $t_2$ （ $t_1 < t_2$ ）であるとする。上記光ピックアップでは、第1光ビームが光ディスク（記録媒体）13aの再生・記録に用いられ、第2光ビームが光ディスク（記録媒体）13bの再生・記録に用いられる。

### 【0033】

上記第1出射部16および第2出射部20は、それぞれ、半導体レーザ1a・1b、コリメータレンズ2a・2b、整形光学系3a・3b、およびビームスプリッタ4a・4bを備えている。ここで、参照符号にaがつくものは第1出射部16に関連するものであり、参照符号にbがつくものは第2出射部20に関連するものである。

### 【0034】

上記半導体レーザ1aは、波長 $\lambda_1$ （具体的には405nm付近の短波長の青色光）の第1光ビームを出射するようになっている。また、上記半導体レーザ1bは、波長 $\lambda_1$ より長い波長 $\lambda_2$ （具体的には650nm付近の長波長の赤色光）の第2光ビームを出射するようになっている。上記光ピックアップでは、半導体レーザ1aと半導体レーザ1bとは切り替えて点灯されるようになっている。

### 【0035】

半導体レーザ1a・1bから出射される第1光ビームおよび第2光ビームは、コリメータレンズ2a・2bにより略平行光にされる。上記コリメータレンズ2a・2bを通過した第1光ビームおよび第2光ビームは、整形光学系3a・3bにより楕円形強度分布をもつ光束を略円形の強度分布に整形され、略円形に整形



される。そして、整形光学系 3 a・3 b を通過した第1の光ビームおよび第2光ビームは、ビームスプリッタ 4 a・4 b を透過し、光照射部 3 0 に出射される。

#### 【0036】

光照射部 3 0 は、ダイクロプリズム 5、1/4 波長板 7、球面収差補正系 8、ミラー 9、および対物レンズユニット 4 0 を備えている。対物レンズユニット 4 0 は、回折光学素子 1 0、波長選択性開口フィルタ 1 5、および対物レンズ 1 1 を備えている。

#### 【0037】

上記光照射部 3 0 では、ビームスプリッタ 4 a・4 b を通過した第1および第2光ビームが、ダイクロプリズム 5 により第1光ビーム及び第2光ビームの合成と光軸合わせがなされて合成光ビームとなり、その後は共通の光学部品を、1/4 波長板 7、球面収差補正系 8、ミラー 9 の順で通過し、対物レンズユニット 4 0 に達する。対物レンズユニット 4 0 では、上記合成光ビームが回折光学素子 1 0、波長選択性開口フィルタ 1 5、対物レンズ 1 1 の順に通過して、光ディスク 1 3 a・1 3 b の情報記録面（記録層）上に微小な光スポットを形成する。また、対物レンズユニット 4 0 は、図示しない駆動ユニット（駆動手段）を備えており、光ディスク 1 3 a・1 3 b に照射される光の焦点を調節するようになっている。つまり、上記駆動ユニットは、光ディスク 1 3 a・1 3 b の面振れおよび回転偏芯に追従させるようになっている。

#### 【0038】

ここで、波長選択性開口フィルタ 1 5 は、波長が  $\lambda_1$  の第1の光ビームを開口数が NA 1（具体的には 0.85）とするように働き、波長  $\lambda_2$  の第2光ビームに対しては開口数が NA 2（具体的には 0.6）となるように開口制御されている。

#### 【0039】

以上の第1出射部 1 6、第2出射部 2 0 および光照射部 3 0 からなる光照射光学系に加えて、光ピックアップは更に再生信号光学系 1 4 a 及び再生信号光学系 1 4 b を備えている。再生信号検出光学系 1 4 a 及び再生信号光学系 1 4 b では、従来公知の種々の光学系により、自動焦点あるいはトラック追従といった光点

制御信号、および光ディスクに記録された情報信号の再生が行なわれる。また、上記再生信号検出光学系 1 4 a ・ 1 4 b には、対物レンズユニット 4 0、ミラー 9、球面収差補正系 8、1 / 4 波長板 7 およびビームスプリッタ 4 a ・ 4 b が利用されている。

#### 【 0 0 4 0 】

上記の光照射光学系において、上記のように、整形光学系 3 a ・ 3 b では、半導体レーザ 1 a ・ 1 b から出射された楕円形強度分布をもつ第 1 光ビームおよび第 2 光ビームの光束を、略円形の強度分布に整形する機能を有している。この整形光学系 3 a ・ 3 b は、1 つの三角プリズム、貼り合わされた三角プリズムあるいは 2 個の独立して配置された三角プリズム等、従来公知の光学系によって構成されている。ただし、上記整形光学系 3 a ・ 3 b を使用しなくても、本発明における効果を損なうものではない。

#### 【 0 0 4 1 】

また、球面収差補正系 8 は、光ディスク 1 3 a ・ 1 3 b の光透過層の厚みムラ等により発生する球面収差を補正するものであり、例えばビームエキスパンダーや液晶補正素子等、従来公知の光学系によって構成されている。ただし、球面収差補正系 8 を使用しなくても、本発明における効果を損なうものではない。

#### 【 0 0 4 2 】

本発明の光ピックアップにおける対物レンズユニット 4 0 は、図 1 に示すように、光ビームを光ディスクの記録面へ集光する対物レンズ 1 1 と、透光性の平凸レンズまたは平凹レンズ（レンズ部）の平面上に回折格子を有する回折光学素子 1 0 とを組み合わせた複合対物レンズの組立体である。また、回折光学素子 1 0 は、部品点数を減らすために透光性の平凸レンズまたは平凹レンズの平面上に回折格子を有しているが、回折素子（回折格子）と平凸レンズまたは平凹レンズとの 2 つの光学素子を組み合わせて使用してもよい。ここで、対物レンズ 1 1 及び回折光学素子 1 0 は、ホルダ 1 2 によって光軸と同軸に配置され、回折格子を有する回折光学素子 1 0 は光源側すなわちダイクロプリズム 5 から対物レンズ 1 1 までの光路中に位置される。

#### 【 0 0 4 3 】

本発明の光ピックアップでは、回折光学素子 1 0 と対物レンズ 1 1 とを駆動ユニットにより一体駆動する事で、対物レンズ 1 0 の移動に対する特性の劣化を抑える事ができる。

#### 【 0 0 4 4 】

回折光学素子 1 0 は、ガラス、プラスチックなどからなり、その回折光学素子 1 0 に備えられている回折格子は、例えば、光軸を中心に複数本の同心円に切削された環状溝あるいは凸の輪帯、又はフォトリソグラフィにより積層された環状溝あるいは凸の輪帯からなる。また、回折光学格子 1 0 における回折格子は、例えば、その断面がブレーズ形状すなわち鋸歯状、又は、階段形状となるように形成される。鋸歯状の断面の回折格子は、回折効率が他より高いので有利である。回折光学格子 1 0 における回折格子としての断面形状の作成法として、フォトリソグラフィ技術を応用する方法と、ダイヤモンドバイトなどで精密切削する方法とがある。これらの方法によって、擬似的にブレーズを形成した多段階ブレーズ又はブレーズ形状の回折格子を回折光学格子 1 0 に形成できる。従って、いずれの方法で回折光学格子 1 0 に回折格子を形成しても構わない。または、かかる多段階ブレーズ又はブレーズ形状を金型に雛形を形成しておき、射出成形又はいわゆる 2 P 法で透明材料から複数の回折光学素子 1 0 を複製することもできる。

#### 【 0 0 4 5 】

一般的に、コンパクト光ピックアップでは、例えば、青の波長 4 0 5 n m 又は赤の波長 6 5 0 n m を使用する場合、対物レンズ 1 1 には、少なくとも青の波長範囲で収差が補正された非球面レンズが用いられる。これは、収差が波長で正規化され、波長に反比例して公差が厳しくなるため、上記赤の波長と青の波長とを比べると、青の波長での望ましい特性を出す方が難しくなるからである。従って、対物レンズ 1 1 には、特に、青の波長範囲で収差が補正された非球面レンズを使うことが望ましい。そのため、次世代高密度光ディスク（使用波長 4 0 5 n m で光透過層 0 . 1 m m ）を使用する場合、対物レンズ 1 1 は、該対物レンズ 1 1 のシフト特性を確保する為に、該対物レンズ 1 1 へ入射される平行光に対して無収差となるように設計されることが好ましい。しかしながら、前記対物レンズ 1 1 を従来の DVD ディスク（使用波長 6 5 0 n m で光透過層 0 . 6 m m ）に対

して使用する場合には、球面収差が発生する。

#### 【0 0 4 6】

ここで、光ディスク 1 3 a・b における光透過層の厚さにより発生する球面収差は、前記対物レンズ 1 1 に発散光を入射した場合に発生する球面収差と逆向きに発生する。その為、前記対物レンズ 1 1 を使用して次世代高密度光ディスクの記録層と DVD ディスクの記録層との両方に光ビームを集光させるためには、青色の光ビームを平行光で対物レンズ 1 1 に入射し、赤色の光ビームを発散光で対物レンズ 1 1 に入射することが望ましい。

#### 【0 0 4 7】

従って、本発明の光ピックアップにおいては、前記回折光学素子 1 0 は、例えば、波長 4 0 5 nm の青色の第 1 光ビームが通過後に平行光となり、波長 6 5 0 nm の赤色の第 2 光ビームが通過後に発散光となるように設計されることが好ましい。

#### 【0 0 4 8】

ここで、上記の条件となる光ピックアップにおける対物ユニットについて、図 2 に基づいてより詳細に説明する。この対物ユニットでは、屈折率  $n$  のレンズ部 1 0 b の回折面に回折格子 1 0 a が形成されている回折光学素子 1 0 を通過した光ビームが対物レンズ 1 1 により光ディスク 1 3 における記録層に集光されるようになっている。また、上記レンズ部 1 0 b の頂点と回折面との光軸方向の距離を  $a$  とする。

#### 【0 0 4 9】

ここで、対物レンズ 1 1 の開口数が  $NA 2$ （具体的に 0.6）に対応した波長 6 5 0 nm の光ビーム（第 2 光ビーム）が回折光学素子 1 0 における回折面を通過する場合の最外周の半径を  $R$ （つまり、第 2 光ビームの半径を  $R$ ）とする。このとき、回折光学素子 1 0 における半径  $R$  を通過するそれぞれの波長の第 1 光ビームと第 2 光ビームとが回折光学素子 1 0 を通過した後の光軸に対する角度が光ディスクの記録層に良好に集束される角度になるように考えればよい。つまり、4 0 5 nm の光ビームは  $m 1$  の回折次数で回折し、6 5 0 nm の光ビームは  $m 2$  の回折次数で回折する場合、上記の設計を可能にする回折次数の組み合わせは数

式（１）の条件式を満足する。

【 0 0 5 0 】

【数 5】

$$r = f(d, m_1) = f(d, m_2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

【 0 0 5 1 】

ただし、上記  $r$  は、曲率半径であり、 $f(d, m_X)$  は数式（２）のような関数である。

【 0 0 5 2 】

【数 6】

$$r = f(d, m_X) = \frac{(R - a \tan \alpha_X) \sqrt{C_X^2 + S_X^2}}{S_X - C_X \tan \alpha_X - \sqrt{C_X^2 - S_X^2} \tan \alpha_X}$$

$$C_X = n \cos \alpha_X - \cos \beta_X \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$S_X = n \sin \alpha_X - \sin \beta_X$$

$$\sin \alpha_X = \frac{m_X \lambda_X}{d}$$

【 0 0 5 3 】

ここで、 $X$  は 1 または 2 であり、対物レンズ 1 1 の開口数  $NA_2$  に対応した第 2 光ビームの回折面での半径は  $R$  である。また、回折光学素子 1 0 の回折格子 1 0 a においては、第 1 光ビームは  $m_1$  の次数で回折され、第 2 光ビームは  $m_2$  の回折次数で回折されており、そのときの回折角を  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  とする。さらに、光ディスク（記録媒体）に良好な集光スポットとなる時のレンズ部 1 0 b を通過後の光線と光軸との角度を  $\beta_1$ 、 $\beta_2$  とし、半径  $R$  での回折格子 1 0 a のピッチを  $d$  としている。

【 0 0 5 4 】

具体的に球面収差を打ち消すための発散角度  $\beta_1$  及び  $\beta_2$  は対物レンズ 1 1 の形状によって変化するが、次世代高密度光ディスクと DVD ディスクとの場合で、回折光学素子 1 0 のレンズ部 1 0 b（基板）をポリカーボネート（PC）とし、青色光（第 1 光ビーム）を対物レンズ 1 0 に平行光入射した時、次世代高密度光ディスクに対して無収差となるように設計された後述のレンズ形状を使用した場合、 $\beta_1$  は  $0^\circ$ 、 $\beta_2$  は約  $2.5^\circ$  となる。この時の球面の曲率半径  $r$  と半径

R = 1. 1 での回折格子 1 0 a のピッチ d との関係を図 3、図 4 に示す。図 3 は青色光 (4 0 5 nm) の回折次数が 1 次回折の場合、図 4 は青色光 (4 0 5 nm) の回折次数が 2 次回折の場合の計算結果を示す。ここで、交点が存在しない回折次数の組み合わせは次世代高密度光ディスクと DVD ディスクの両方を集光させる回折光学素子 1 0 を作製できないことを意味する。作製可能な回折次数の組み合わせを表 1 に示す。

【0 0 5 5】

【表 1】

回折次数		材質：P C	青：平行/赤：発散 の組み合わせ
赤色光 (第 1 光ビーム)	青色光 (第 2 光ビーム)	回折効率 (%)	
0	0	1 0 0	×
1	0	2 0	○
2	0	5	○
0	1	6 5	○
1	1	7 8	○
2	1	0	○
0	2	1 0	○
1	2	9 8	×
2	2	3 5	○

【0 0 5 6】

上記では、球面収差を打ち消す為の発散角度  $\beta 2$  を 2. 5° としたが、1 から 5° の間の入射角であれば、2. 5° の場合と同じ回折次数の組み合わせで次世代高密度光ディスクと DVD ディスクの両方を集光させる回折光学素子 1 0 を作成できる。

【0 0 5 7】

また、ブレード化した回折格子の回折効率  $\eta m$  は、数式 (3) で求める事ができる。

【0 0 5 8】



【数 7】

$$\eta_m = \left| \frac{1}{T} \int_0^T A(x) \exp\{i \phi(x)\} \exp(-i \frac{2\pi mx}{T}) dx \right|^2 \dots\dots\dots (3)$$

【0 0 5 9】

式中、 $A(x)$  は透過振幅分布、 $\phi(x)$  は位相分布、 $T$  はグレーティングのピッチを示している。

【0 0 6 0】

また、具体的に PC 基板に回折格子を形成した回折光学素子の場合の回折効率を図 5 示す。

【0 0 6 1】

ここで、各々の回折次数の利用効率は、回折格子の深さにより決まり、適当な回折次数及び格子深さを設定することで記録再生に十分な光ビームを得ることができる。よって、高出力が必要な情報の記録や消去を行う光ピックアップが実現でき、更に、レーザ出力を小さくできるため消費電力を抑えることができる。

【0 0 6 2】

以上の結果を表 1 にまとめる。表 1 から PC 基板で使用した場合、使用可能な回折次数として 4 0 5 nm の波長の光ビームでは 1 次回折光を利用し、6 5 0 nm の波長の光ビームでは 0 次回折光する、もしくは 4 0 5 nm の波長の光ビームでは 1 次回折光を利用し、6 5 0 nm の波長の光ビームでは 1 次回折光を利用するときに、球面収差を補正する事ができ、かつ高い効率で使用する事が可能である。

【0 0 6 3】

〔実施例 1〕

本実施例では、上記実施の形態で説明した光ピックアップにおいて、図 6 (a) (b) に示すように、回折光学素子 1 0 c が回折格子と凸球面とを有するレンズで構成されており、回折格子が光源側に備えられている。そして、回折光学素子 1 0 c の基板材料（レンズ）として PC を用い、4 0 5 nm の波長の第 1 光ビームにおける 1 次回折光を使用し、6 5 0 nm の波長の第 2 光ビームにおける 1 次回折光を使用した場合について詳細を説明する。



**【 0 0 6 4 】**

図 6 (a) に示すように、4 0 5 n m のレーザ光 (第 1 光ビーム) がこの回折光学素子 1 0 に平行光束で入射したとき、この第 1 光ビームは、回折格子の面で 1 次回折方向 (発散方向) に回折され、凸球面で屈折され、平行光として回折光学素子 1 0 c から出射される。この平行光は、対物レンズ 1 1 により、厚さ 0 . 1 m m の光透過層を有する光ディスク (次世代高密度光ディスク) 1 3 a の記録層上に集光される。これにより、上記光ピックアップでは、良好な集光特性が得られる。

**【 0 0 6 5 】**

また、図 6 (b) に示すように、6 5 0 n m のレーザ光 (第 2 光ビーム) が回折光学素子 1 0 c に平行光束で入射したとき、この第 2 光ビームは、回折格子の面で 1 次回折方向 (発散方向) に回折され、凸球面で屈折し、発散光として回折光学素子 1 0 c から出射される。この発散光は、対物レンズ 1 1 により、厚さ 0 . 6 m m の光透過層を有する光ディスク 1 3 b (DVD ディスク) の記録層上に集光される。これにより、上記光ピックアップでは、良好な集光特性が得られる。

**【 0 0 6 6 】**

この時、光ディスク 1 3 b における光透過層の厚さのために発生する球面収差は、発散光を対物レンズに入射することで抑えられる。また、それ以外の補正しきれない球面収差は、回折格子の非球面項により補正することができる。もちろん、上記凸面を非球面にして、より収差を抑える設計にしてもかまわない。

**【 0 0 6 7 】**

ここで、開口数が 0 . 6 に対応した光束より外側の光は光透過層の厚さ 0 . 6 m m の光ディスク 1 3 b 上に集光させないように、4 0 5 n m の波長の光は透過し、6 5 0 n m の波長の光は透過しない波長選択性フィルタを用いて対物レンズ 1 1 の開口数を切り替えるようにする。

**【 0 0 6 8 】**

ここで、回折光学素子の回折格子の形状と屈折面の曲率半径の自動設計したデータは表 2 ～ 4 のとおりである。この表 2 ～ 4 に示した値は、具体的に次世代高

密度光ディスク（波長 4 0 5 nm、光透過層厚 0. 1 mm）と DVD（波長 6 5 0 nm、光透過層厚 0. 6 mm）における波面収差の計算結果である。ここで、表 2 ～ 4 における対物レンズは、青色光を、厚さ 0. 1 mm の光透過層を有する光ディスクに対して集光するように最適設計されている。

【 0 0 6 9 】

【表 2】

	面 番 号	曲 率 半 径	面 間 隔	材 質
回折格子素子	1	INFINITY	0. 50	PC
	2	-8. 81	0. 05	
対物レンズ	3	1. 41	2. 40	LAH67_OHARA
	4	16. 37	0. 10	
ディスク (DVD)	7	INFINITY	0. 60	PC
	8	INFINITY	0. 099382	

【 0 0 7 0 】

【表 3】

		第 5 面	第 6 面
円錐係数 (K)		-6. 69E-01	-1. 01E+01
非球面係数	A	1. 38E-02	4. 95E-01
	B	4. 04E-03	-9. 12E-01
	C	3. 55E-04	5. 38E-01
	D	2. 98E-04	-7. 94E-02
	E	9. 33E-05	4. 95E-01

【 0 0 7 1 】

【表 4】

	第 1 面
D F 1	4 . 9 9 E - 0 2
D F 2	2 . 0 6 E - 0 4
D F 3	- 5 . 1 3 E - 0 6
D F 4	0 . 0 0 E + 0 0
D F 5	0 . 0 0 E + 0 0

【0 0 7 2】

また、第 1 面、第 2 面は回折光学素子における光ビームの入射面及び出射面であり、第 3 面、第 4 面は対物レンズの入射面及び出射面であり、第 7 面および第 8 面は光ディスク（DVD）を表している。

【0 0 7 3】

また、位相関数  $\Phi(r)$  は数式（4）で表される。

【0 0 7 4】

【数 8】

$$\Phi(r) = m \frac{2\pi}{\lambda} (DF1r^2 + DF2r^4 + DF3r^6 + DF4r^8 + DF5r^{10}) \dots\dots\dots (4)$$

【0 0 7 5】

（但し、 $m$ ：回折次数、 $\lambda$ ：波長、 $r$ ：光軸からの半径、 $DF1 \sim DF5$ ：係数）

本実施例（表 2 ～ 4 の回折光学素子 1 0 を用いた場合）において、4 0 5 nm の波長のレーザ光（青色光）を、厚さ 0 . 1 mm の光透過層を有する光ディスクに適用する場合の RMS 波面収差は、0 . 0 0 2  $\lambda$  で十分小さい収差量である。また、6 5 0 nm の波長のレーザ光（赤色光）を、厚さ 0 . 6 mm の光透過層を有する光ディスクに適用する場合の RMS 波面収差は、0 . 0 0 2  $\lambda$  で十分小さい収差量である。したがって、上記光ピックアップは、上記光ディスク 1 3 a ・ 1 3 b の情報信号読み出しが十分可能である。

【0 0 7 6】

本実施例では、光源側に回折格子で対物レンズ側が凸面となる回折光学素子を

備えているが、これに限らず、回折光学素子を光源側が凸面で、対物レンズ側に回折格子になる構成にしても良い。

#### 【 0 0 7 7 】

##### 〔実施例 2〕

本実施例では、上記実施の形態で説明した光ピックアップにおいて、図 7 (a) (b) に示すように、回折光学素子 1 0 d が凹面と回折格子とを有するレンズで構成されており、凹面が光源側に備えられている。そして、回折光学素子 1 0 d の基板材料 (レンズ) として P C を用い、4 0 5 n m の波長の第 1 光ビームにおける 1 次回折光を使用し、6 5 0 n m の波長の第 2 光ビームにおける 0 次回折光を使用した場合について詳細を説明する。

#### 【 0 0 7 8 】

図 7 (a) に示すように、4 0 5 n m のレーザ光 (第 1 光ビーム) がこの回折光学素子 1 0 に平行光束で入射したとき、この第 1 光ビームは、凹面で発散方向に屈折され、回折格子の面で 1 次回折方向 (収束方向) に、平行光として出射される。この平行光は、対物レンズ 1 1 により、厚さ 0 . 1 m m の光透過層を有する光ディスク 1 3 a の記録層上に集光される。これにより、上記光ピックアップでは、良好な集光特性が得られる。

#### 【 0 0 7 9 】

また、図 7 (b) に示すように、6 5 0 n m のレーザ光 (第 2 光レーザ) が回折光学素子 1 0 に平行光束で入射したとき、この第 2 光ビームは、凹面で発散方向に屈折され、回折格子の面で回折されず (0 次回折) 発散光として回折光学素子 1 0 d から出射される。この発散光は、対物レンズ 1 1 により、厚さ 0 . 6 m m の光透過層を有する光ディスク 1 3 b 上に集光される。これにより、上記光ピックアップでは、良好な集光特性が得られる。

#### 【 0 0 8 0 】

この時、光ディスク 1 3 b における光透過層の厚さのために発生する球面収差は、発散光を対物レンズに入射することである程度抑えられる。また、それ以外の補正しきれない球面収差は、回折格子の非球面項により補正することができる。もちろん、凹面を非球面にすることで補正してもよい。

## 【 0 0 8 1 】

ここで、開口数が 0.6 に対応した光束より外側の光は光透過層の厚さ 0.6 mm の光ディスク 13b 上に集光させないように、405 nm の波長の光は透過し、650 nm の波長の光は透過しない波長選択性フィルタを用いて対物レンズ 11 の開口数を切り替えるようにする。

## 【 0 0 8 2 】

ここで、回折光学素子の回折面の形状と屈折面の曲率半径及び非球面項を自動設計したデータは表 5 ～ 7 のとおりである。この表 5 ～ 7 に示した値は、具体的に次世代高密度光ディスク（波長 405 nm、光透過層厚 0.1 mm）と DVD（波長 650 nm、光透過層厚 0.6 mm）における波面収差の計算結果である。ここで、表 5 ～ 7 の対物レンズは、青色光を、厚さ 0.1 mm の光透過層を有する光ディスクに対して集光するように最適設計されている。また、凹面は 650 nm の波長の光が光ディスクにおける光透過層により生じる収差を補正するために非球面形状としている。

## 【 0 0 8 3 】

【表 5】

	面番号	曲率半径	面間隔	材質
回折格子素子	1	INFINITY	0.50	PC
	2	-8.81	0.05	
対物レンズ	3	1.41	2.40	LAH67_OHARA
	4	16.37	0.10	
ディスク (次世代高密度 光ディスク)	5	INFINITY	0.10	PC
	6	INFINITY	0.2326	
ディスク (DVD)	7	INFINITY	0.60	PC
	8	INFINITY	0.1076	

## 【 0 0 8 4 】

【表 6】

		第 1 面	第 5 面	第 6 面
円錐係数 (K)		10.65	-6.69E-01	-1.01E+01
非球面係数	A	-7.25E-04	1.38E-02	4.95E-01
	B	1.52E-04	4.04E-03	-9.12E-01
	C	3.49E-05	3.55E-04	5.38E-01
	D	0	2.98E-04	-7.94E-02
	E	0	9.33E-05	4.95E-01

【0085】

【表 7】

	第 2 面
DF 1	-3.10E-02
DF 2	-1.10E-04
DF 3	2.17E-06
DF 4	0.00E+00
DF 5	0.00E+00

【0086】

また、表 5 ～ 7 において、第 1 面、第 2 面は回折光学素子における光ビームの入射面及び出射面であり、第 3 面、第 4 面は対物レンズの入射面及び出射面であり、第 5 面および第 6 面は光ディスク（次世代高密度光ディスク）、第 7 面および第 8 面は光ディスク（DVD）を表している。

【0087】

本実施例（表 5 ～ 7 の回折光学素子 10 を用いた場合）において、405 nm の波長のレーザ光（青色光）を、厚さ 0.1 mm の光透過層を有する光ディスクに適用した場合の RMS 波面収差は、0.002  $\lambda$  で十分小さい収差量である。また、650 nm の波長のレーザ光（赤色光）を、厚さ 0.6 mm の光透過層を有する光ディスクに適用する場合の RMS 波面収差は、0.002  $\lambda$  と球面収差が補正され十分小さい収差である。従って、上記光ピックアップは、上記光ディスク 13 a ・ 13 b の情報信号読み出しが十分可能である。

## 【0 0 8 8】

本実施例では、光源側に凹面で対物レンズ側が回折格子となる回折光学素子を備えているが、これに限らず、光源側が回折格子で、対物レンズ側に凹面になる構成にしても本発明の効果を損なうものではない。

## 【0 0 8 9】

以上述べてきた本発明の実施例においては、光ディスクとして、次世代高密度光ディスク（光透過層厚 0.1 mm、青色光（405 nm）利用）、および DVD（光透過層厚 0.6 mm、赤色光（650 nm）利用）を中心に説明してきたが、本発明の内容は上記光ディスクにおける光透過層の厚さ及びその光ディスクに使用される光の波長に限定されず、多種多様の光ディスクにおける光透過層の厚さや光の波長に適用可能である。

## 【0 0 9 0】

以上のように、本発明の光ピックアップは、第 1 の波長  $\lambda_1$  の第 1 光ビームを出射する第 1 の光源と開口数  $NA_1$  の対物レンズとにより形成された集光スポットを用いて記録あるいは再生可能な光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さが  $t_1$  の第 1 の記録媒体と、第 1 の波長より長い第 2 の波長  $\lambda_2$  の第 2 光ビームを出射する第 2 の光源と前記対物レンズの開口数  $NA_2$  ( $NA_2 < NA_1$ ) の領域のみ利用して形成された集光スポットを用いて記録あるいは再生が可能な光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さが  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ ) の第 2 の光記録媒体の両者に対して、共通の対物レンズを用いて集光スポットを形成する互換型の光ピックアップにおいて、前記第 1 及び第 2 の光源から前記対物レンズまでの光路中に配置された回折素子と屈折率が  $n$  のレンズを備え、前記回折素子面とレンズ面の頂点との距離を  $a$ 、対物レンズの開口数  $NA_2$  に対応した第 2 光ビームの回折面での半径を  $R$ 、前記回折素子が第 1 光ビームに対しては  $m_1$  の次数で回折し、第 2 光ビームに対しては  $m_2$  の回折次数で回折し、回折角を  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、前記記録媒体に良好な集光スポットとなる時のレンズを通過後の光線と光軸との角度を  $\beta_1$ 、 $\beta_2$  とする時、半径  $R$  での回折素子ピッチ  $d$  において、下記の条件、

## 【0 0 9 1】



【数 9】

$$f(d, m_1) = f(d, m_2)$$

【0 0 9 2】

ただし、 $f(d, m)$  は下記のような関数で、 $X$  は 1 または 2 である。

【0 0 9 3】

【数 1 0】

$$f(d, m_X) = \frac{(R - a \tan \alpha_X) \sqrt{C_X^2 + S_X^2}}{S_X - C_X \tan \alpha_X - \sqrt{C_X^2 - S_X^2} \tan \alpha_X}$$

$$C_X = n \cos \alpha_X - \cos \beta_X$$

$$S_X = n \sin \alpha_X - \sin \beta_X$$

$$\sin \alpha_X = \frac{m_X \lambda_X}{d}$$

【0 0 9 4】

を満足する回折次数  $m_1$  と  $m_2$  の組み合わせを用いるといえる。

【0 0 9 5】

これにより、波長の大きく異なる光源で開口数の大きな対物レンズを用いても光透過層厚の異なる光ディスク上に、数式 1 の条件式を満たす回折次数を利用する回折素子とレンズを利用することで、それぞれ回折限界まで集光する光スポットを形成し、ディスクの光透過層厚及び再生に最適な波長の異なる光ディスクに対して、記録再生可能な光ピックアップを実現できる。

【0 0 9 6】

【発明の効果】

本発明の光ピックアップは、以上のように、第 1 の波長  $\lambda_1$  を有する第 1 光ビームを出射する第 1 の光源、第 1 の波長よりも長い第 2 の波長  $\lambda_2$  を有する第 2 光ビームを出射する第 2 の光源、第 1 光透過層を有する第 1 記録媒体の情報記録面に前記第 1 光ビームを集光させるとともに、第 1 光透過層よりも厚い第 2 光透過層を有する第 2 記録媒体の情報記録面に前記第 2 光ビームを集光させる対物レンズ、および前記第 1 及び第 2 の光源から前記対物レンズまでの光路中に配置されている、回折格子と屈折率  $n$  のレンズとを有する回折光学素子を備える光ピックアップにおいて、上記回折格子の回折面とレンズのレンズ面の頂点との間の距

離を  $a$ 、第 2 光ビームの半径を  $R$ 、および第 2 ビームの最外の光線が通過する上記回折格子におけるピッチを  $d$  としたとき、上記回折光学素子は、上記第 1 光ビームの上記回折格子における  $m_1$  次回折光の回折角  $\alpha_1$ 、 $m_1$  次回折光のレンズにおける屈折光と上記第 1 光ビームの光軸との角度  $\beta_1$ 、上記第 2 光ビームの上記回折格子における  $m_2$  次回折光の回折角  $\alpha_2$ 、および  $m_2$  次回折光のレンズにおける屈折光と上記光軸との角度  $\beta_2$  が、以下の式

【0 0 9 7】

【数 1 1】

$$f(d, m_1) = f(d, m_2)$$

【0 0 9 8】

ただし、 $f(d, m_x)$  は下記の関数、ここで、 $X$  は 1 または 2 である、

【0 0 9 9】

【数 1 2】

$$f(d, m_x) = \frac{(R - a \tan \alpha_x) \sqrt{C_x^2 + S_x^2}}{S_x - C_x \tan \alpha_x - \sqrt{C_x^2 - S_x^2} \tan \alpha_x}$$

$$C_x = n \cos \alpha_x - \cos \beta_x$$

$$S_x = n \sin \alpha_x - \sin \beta_x$$

$$\sin \alpha_x = \frac{m_x \lambda_x}{d}$$

【0 1 0 0】

を満たすように  $m_1$ 、 $m_2$  が設定されている構成である。

【0 1 0 1】

上記の構成によれば、波長の大きく異なる光源で開口数の大きな対物レンズを用いても光透過層の厚さの異なる記録媒体上に、数 1 の条件式を満たす回折次数を利用する回折格子とレンズを有する回折光学素子を利用することで、それぞれ回折限界まで集光する光スポットを形成し、光透過層の厚さ及び再生に最適な波長の異なる記録媒体に対して、記録再生可能な光ピックアップを実現できるという効果を奏する。

【0 1 0 2】

本発明の光ピックアップは、上記回折光学素子が、前記回折格子とレンズとが

一体になっていることが好ましい。

【0 1 0 3】

上記の構成によれば、上記光ピックアップにおける部品点数を減らすことができるという効果を奏する。

【0 1 0 4】

本発明の光ピックアップは、 $\beta 1 = 0$ 、 $\beta 2 > 0$ であることが好ましい。

【0 1 0 5】

上記の構成によれば、第1光ビームは、 $\beta 1 = 0$ とすることにより、平行光となり、対物レンズにおけるシフト特性を確保しやすくすることができるが、第2記録媒体の第2光透過層では、球面収差が生じる。しかしながら、上記のように、 $\beta 2 > 0$ として第2光ビームを発散光とすることにより、この球面収差を抑制することができるという効果を奏する。

【0 1 0 6】

また、本発明の光ピックアップは、前記 $m 2$ 次回折光が、前記 $m 1$ 次回折光以下の次数であることが好ましい。

【0 1 0 7】

上記の構成によれば、前記 $m 1$ 次回折光と前記 $m 2$ 次回折光とが記録媒体の情報記録面上において、同一の焦点を形成することがないので、これら回折光による読取または記録への影響を抑えることができるという効果を奏する。

【0 1 0 8】

また、本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子は、 $m 1 = 1$ 、 $m 2 = 1$ に設定されていることが好ましい。さらに、前記レンズは、凸面が球面である平凸レンズであり、前記回折格子は、前記平凸レンズの平面に備えられていることが好ましい。

【0 1 0 9】

また、前記回折光学素子は、 $m 1 = 1$ 、 $m 2 = 0$ に設定されていることが好ましい。さらに、前記レンズは、凹面が非球面である平凹レンズであり、前記回折格子が平凹レンズの平面に備えられているが好ましい。

【0 1 1 0】

上記のように、各条件を設定することにより上記光ピックアップを好適に実現することができるという効果を奏する。

【0 1 1 1】

また、本発明の光ピックアップは、前記回折格子が鋸歯状の断面を有することが好ましい。また、前記回折格子は階段状の断面を有することが好ましい。

【0 1 1 2】

上記の構成によれば、回折格子を鋸歯状、階段状等にブレード化し、高さを調節することで光の利用効率を上げることができ、高出力が必要な情報の記録や消去を行うことができる光ピックアップが実現できるという効果を奏する。更に、レーザ出力を小さくできるため消費電力を抑えることができるという効果を合わせて奏する。

【0 1 1 3】

また、本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子と前記対物レンズと一体化し、前記記録媒体の面振れおよび回転偏芯に追従させるための駆動手段を備えていることが好ましい。

【0 1 1 4】

上記の構成によれば、回折光学素子と対物レンズとを一体駆動することができるので、対物レンズの移動に対する特性の劣化を抑えることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の一形態にかかる光ピックアップにおける光学系のブロック図である。

【図 2】

上記光ピックアップにおける回折光学素子の作用を説明する図である。

【図 3】

本発明の一実施形態の回折光学素子における、曲率半径の形状を決めるための、第1の波長の光ビームにおける一次回折光と、第2の波長の光ビームにおける回折光との関係を示すグラフである。

**【図 4】**

本発明の他の実施形態の回折光学素子における、曲率半径の形状を決めるための、第1の波長の光ビームにおける一次回折光と、第2の波長の光ビームにおける回折光との関係を示すグラフである。

**【図 5】**

本発明の一実施形態の回折光学素子の深さと回折効率との関係を示すグラフである。

**【図 6】**

本発明における他の実施例の回折光学素子の作用を説明する対物レンズユニットの部分断面図である。

**【図 7】**

本発明におけるさらに他の実施例の回折光学素子の作用を説明する対物レンズユニットの部分断面図である。

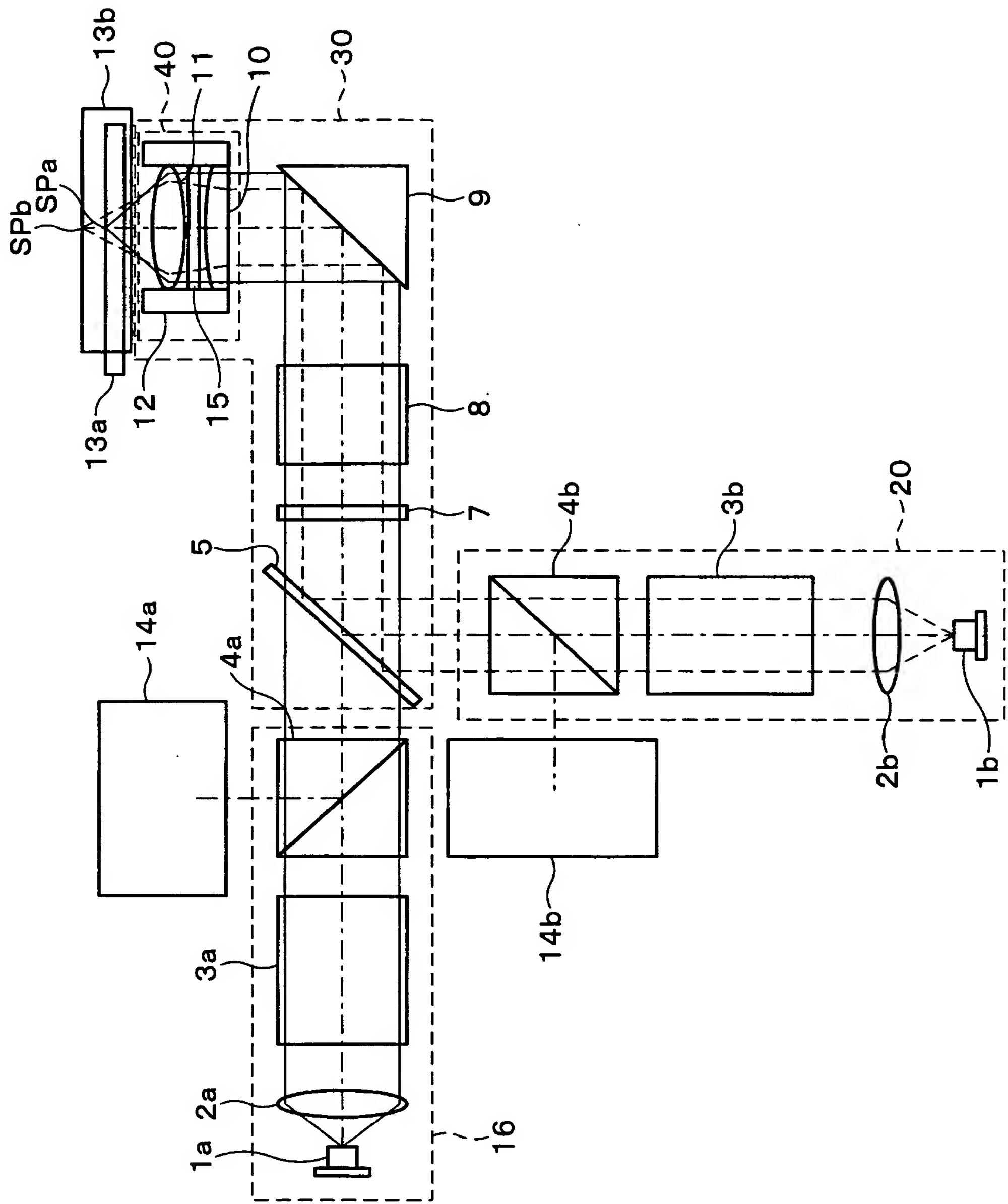
**【符号の説明】**

- 1 a、1 b 半導体レーザ
- 2 a、2 b コリメートレンズ
- 3 a、3 b ビーム整形光学系
- 4 a、4 b ビームスプリッタ
- 5 ダイクロプリズム
- 7 1／4 波長板
- 8 球面収差補正系
- 9 ミラー
- 1 0 回折光学素子
- 1 0 a 回折格子
- 1 0 b レンズ
- 1 1 対物レンズ
- 1 2 ホルダ
- 1 3 a、1 3 b 光ディスク
- 1 4 a、1 4 b 再生信号検出光学系

1 5 波長選択性フィルタ

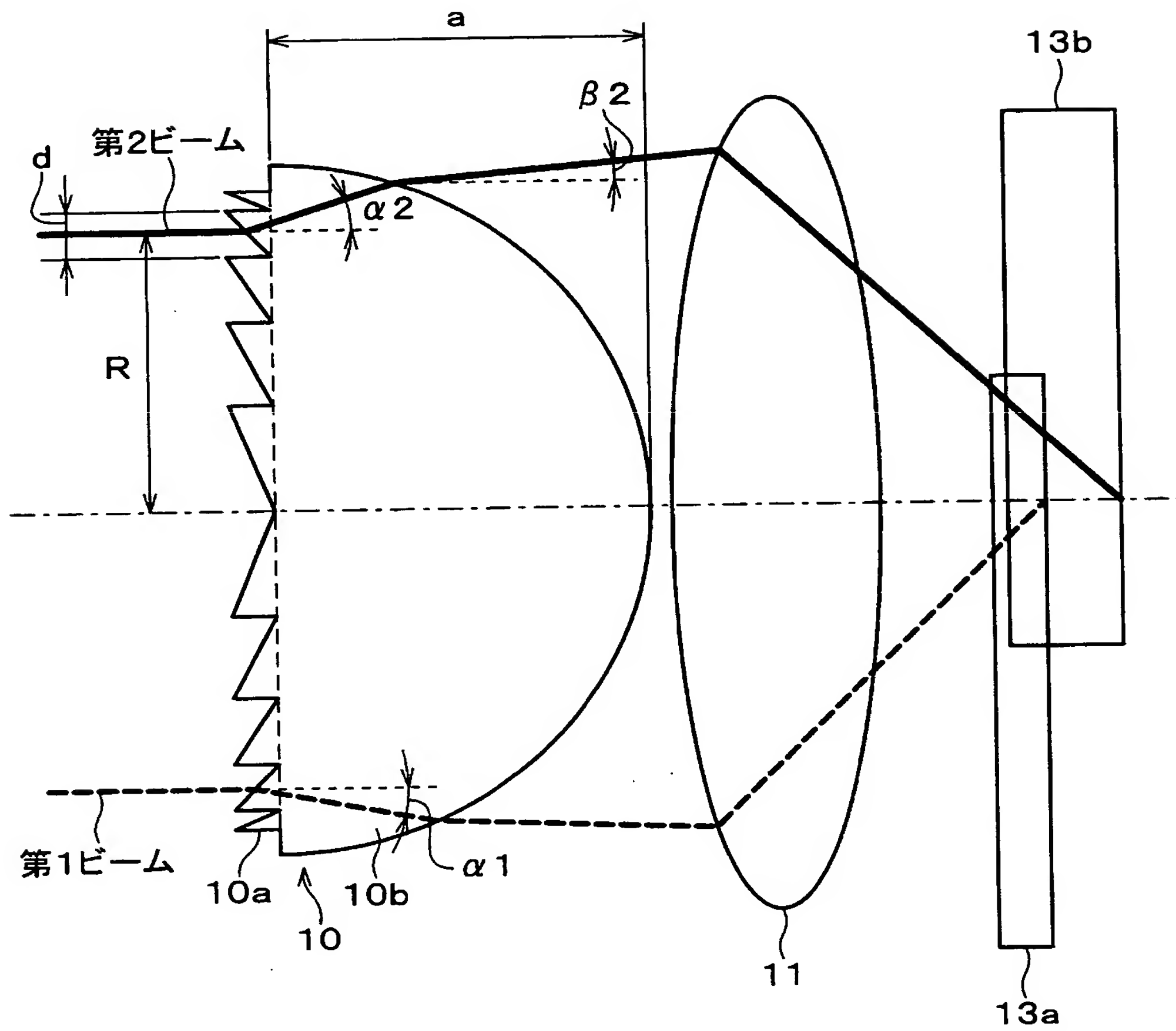
【書類名】 図面

【図 1】

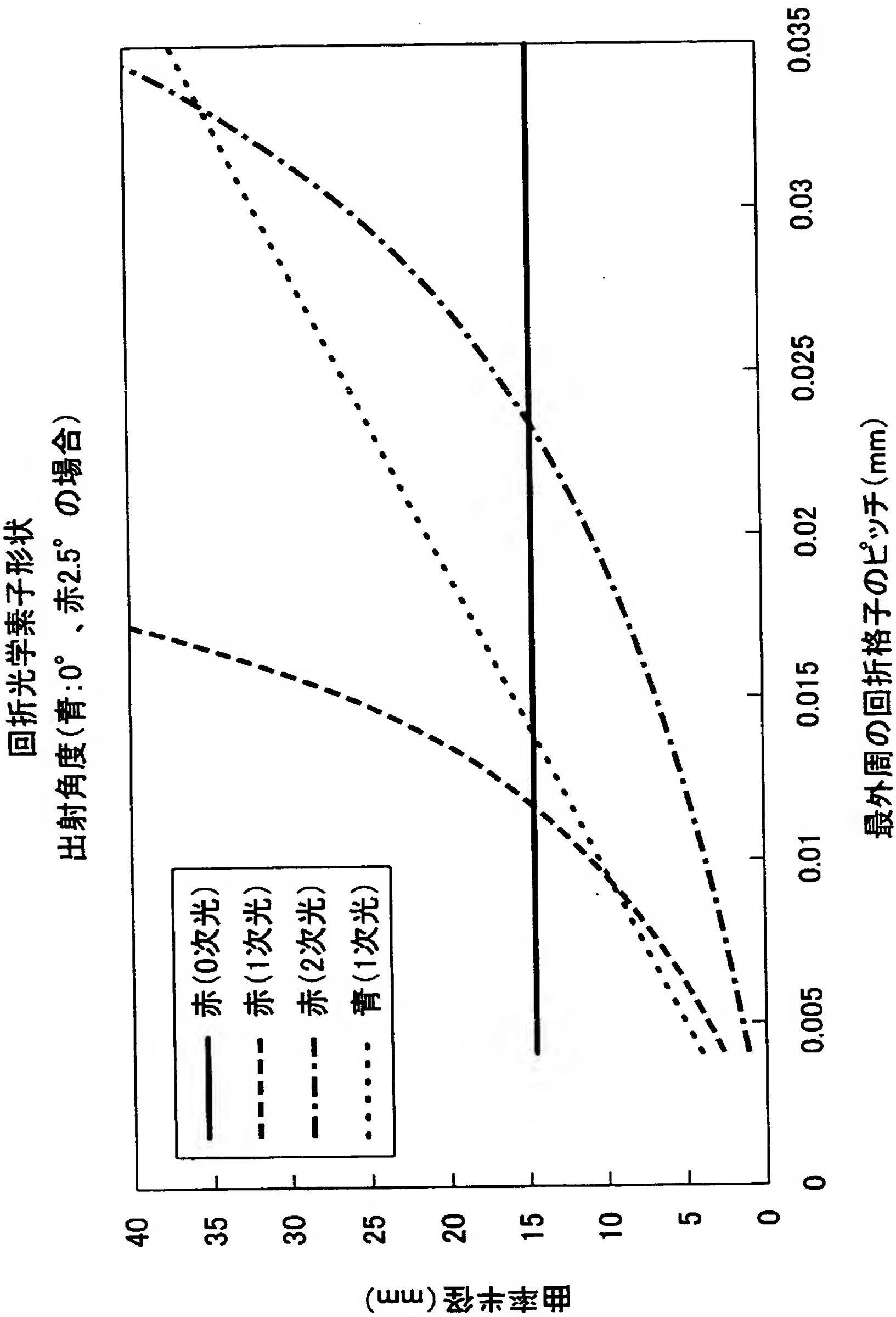




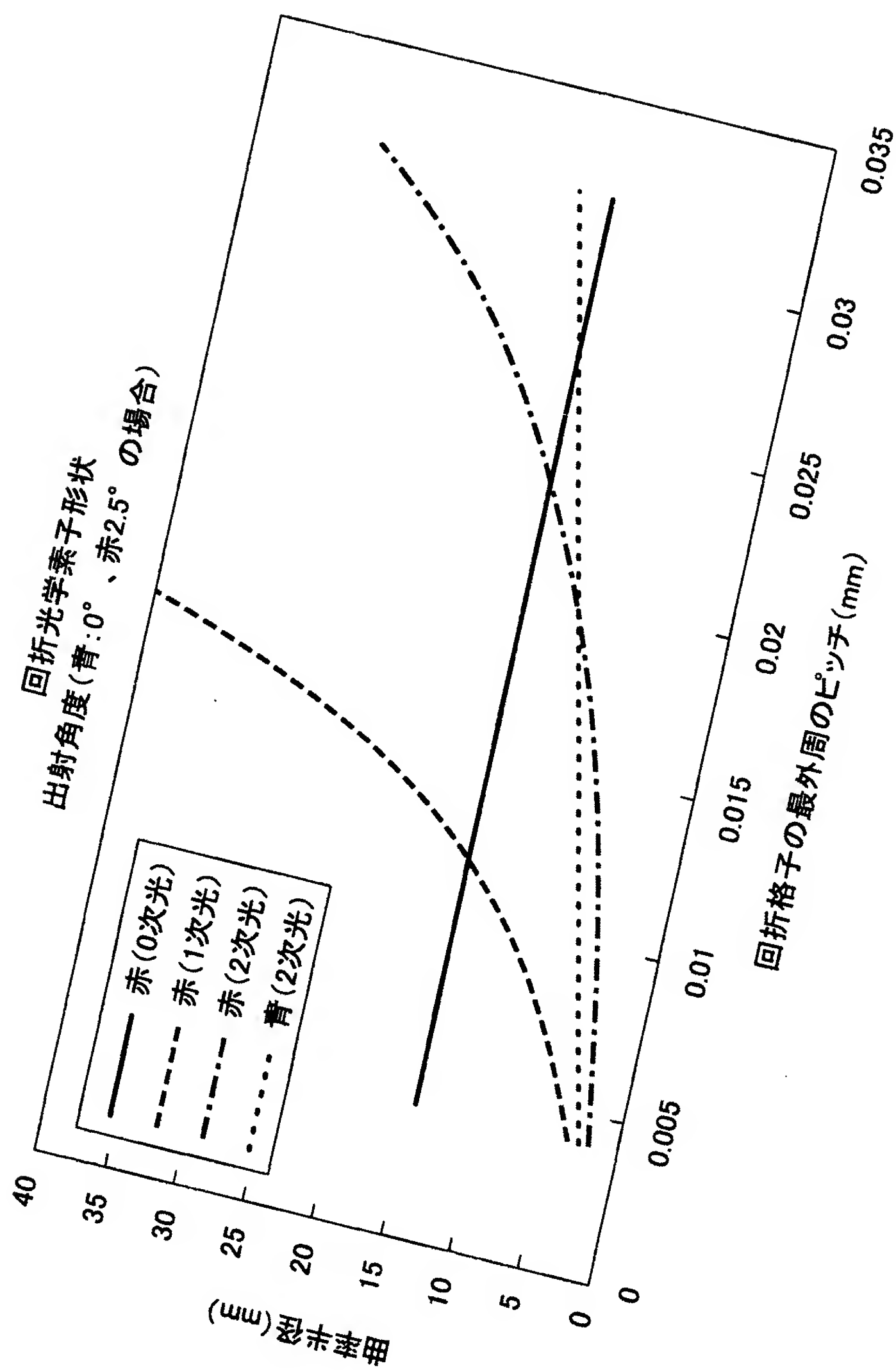
【図 2】



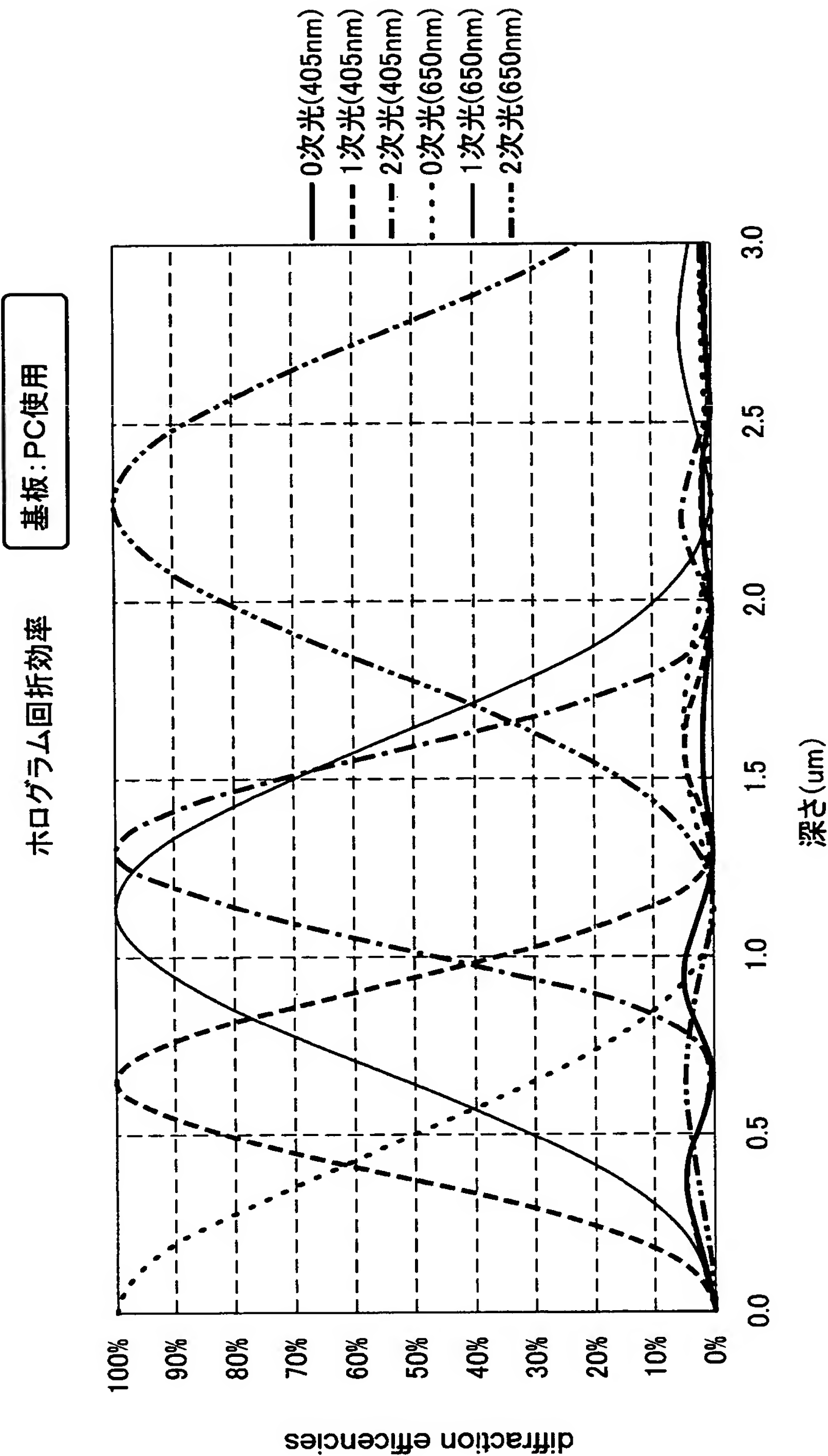
【図 3】



【図4】

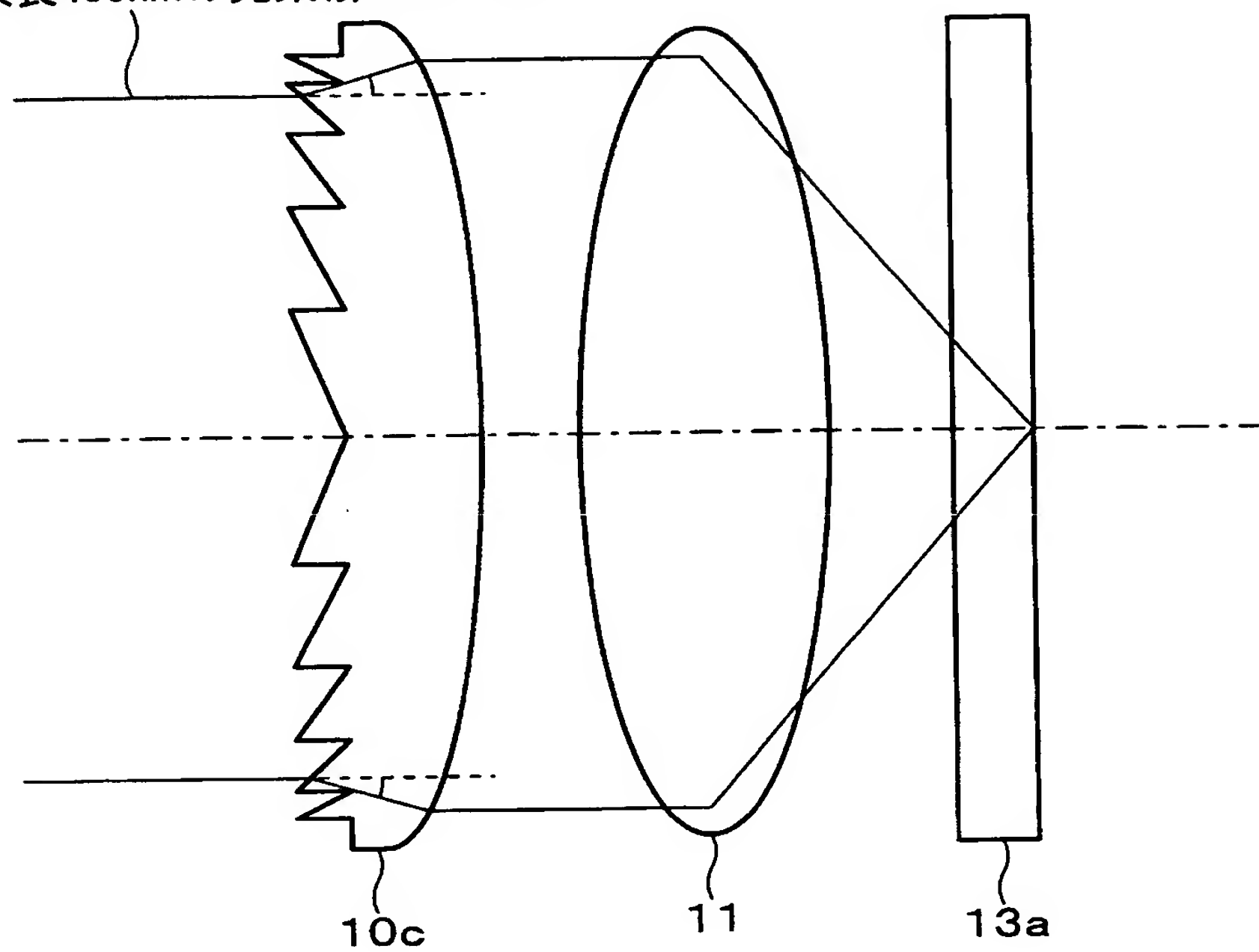


【図 5】

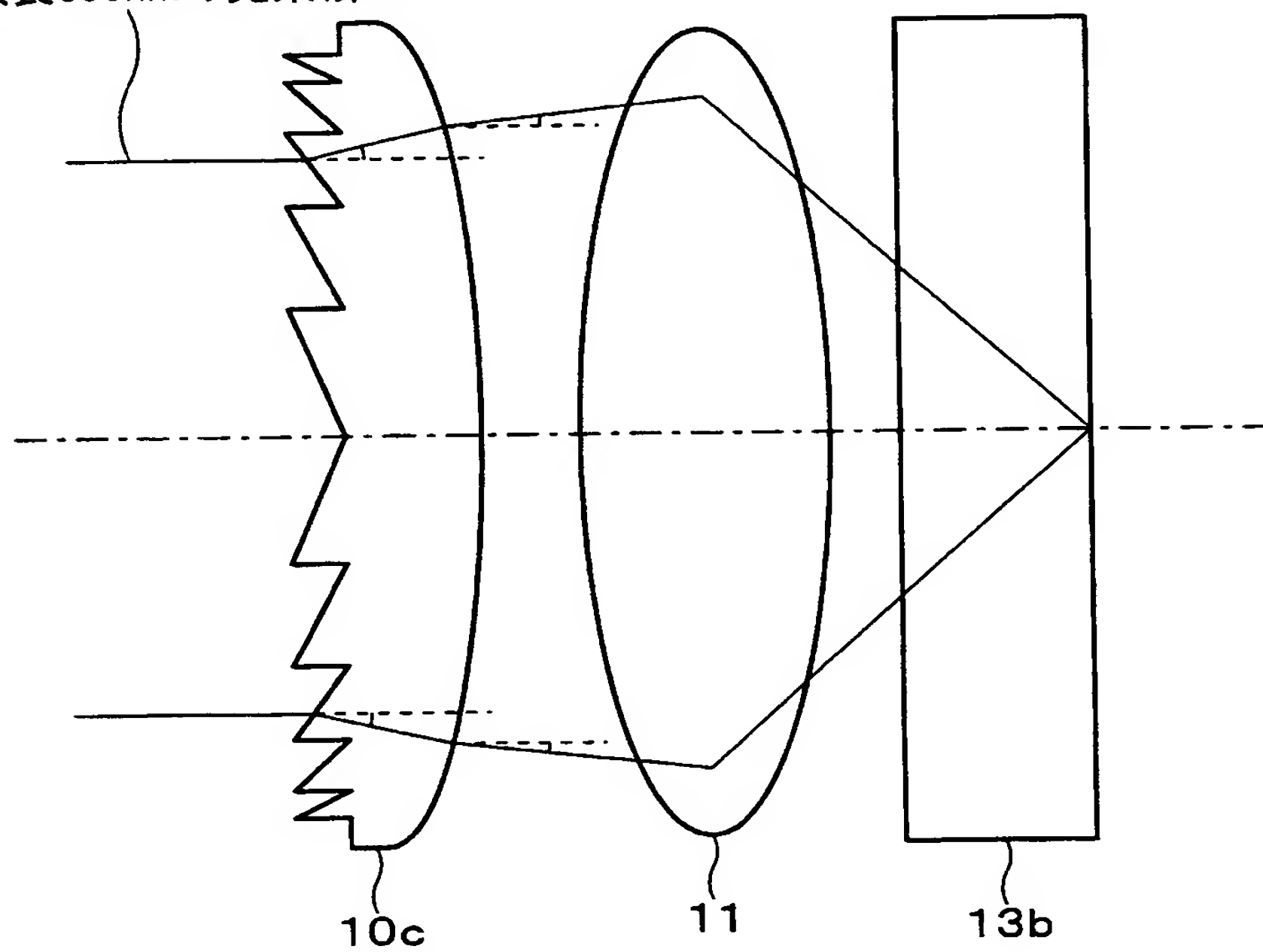


【図 6】

(a) 波長405nmの光束(第1ビーム)

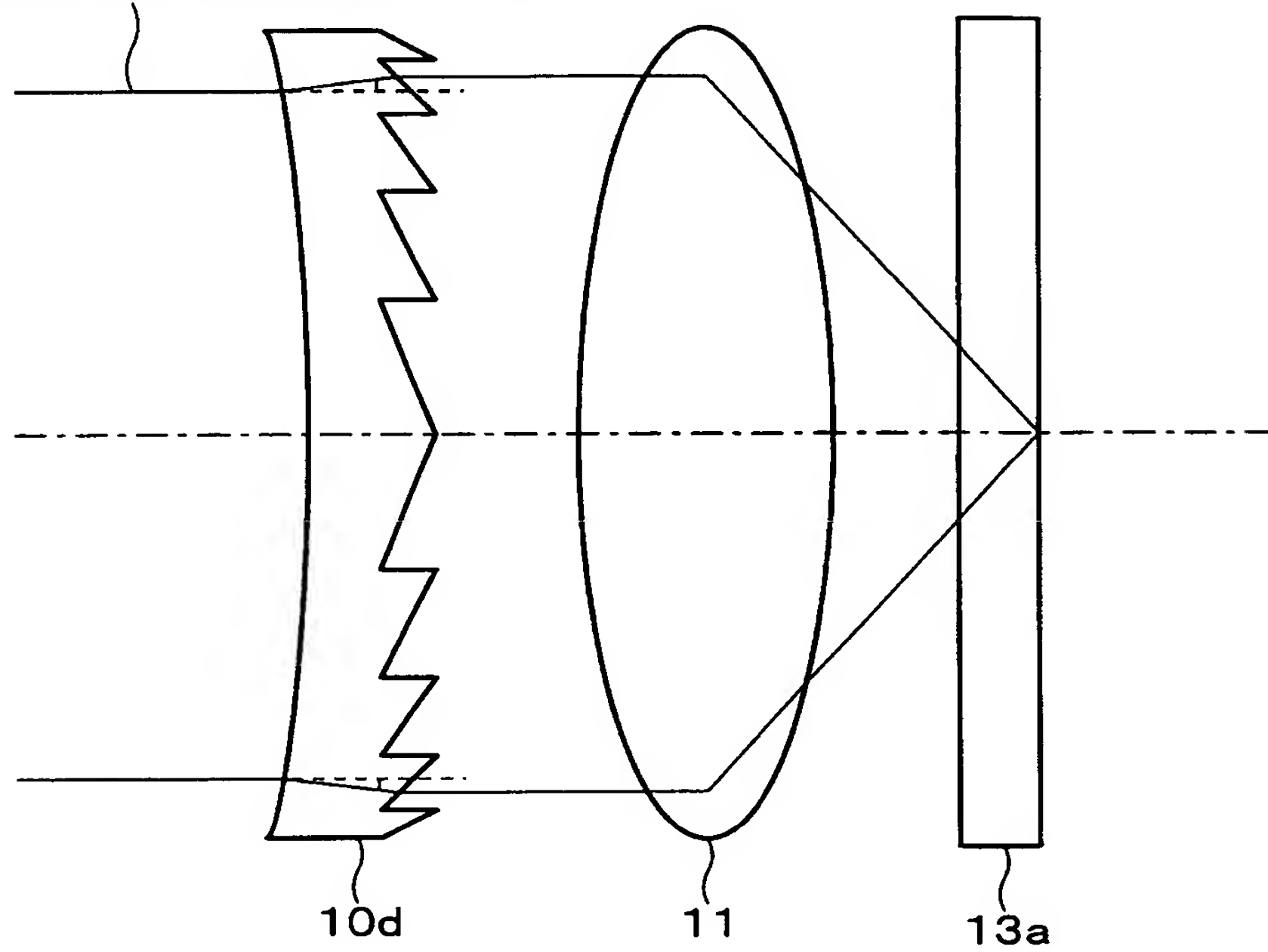


(b) 波長650nmの光束(第2ビーム)

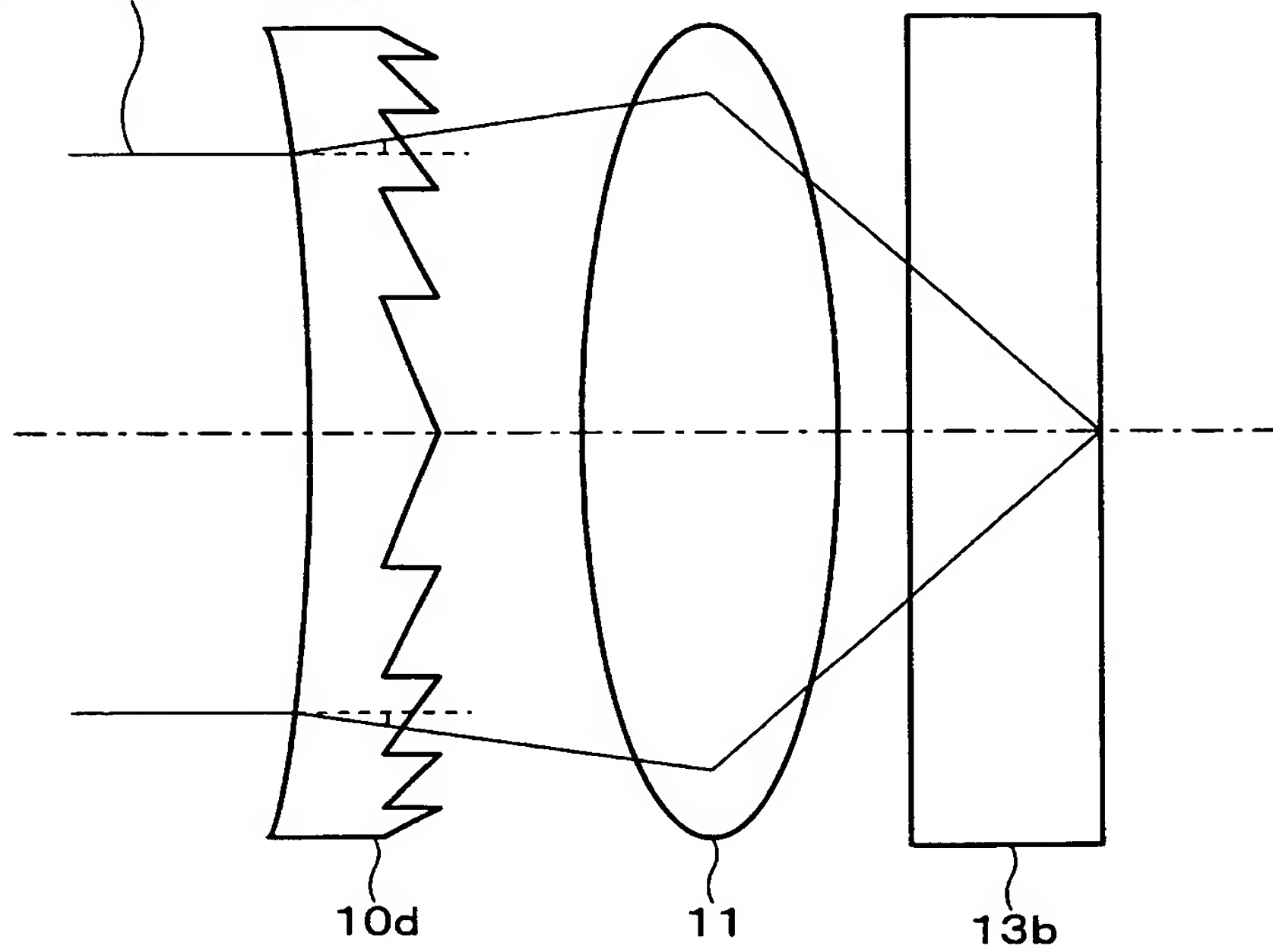


【図 7】

(a) 波長405nmの光束(第1ビーム)



(b) 波長650nmの光束(第2ビーム)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1つの集光手段を用いて波長の異なる光束を集光し、光透過層の厚さおよび再生に最適な波長の異なる光ディスク（記録媒体）に対して記録再生が可能な光ピックアップを実現する。

【解決手段】 第1光透過層を有する光ディスク13aの記録、再生を行うための第1の波長の第1光ビームを照射する第1照射部16と、第1光透過層よりも厚い第2光透過層を有する光ディスク13bの記録、再生を行うための第1の波長よりも長い第2の波長の第2光ビームを照射する第2照射部20と、それぞれの光ビームに共通の対物レンズ11と、前記第1及び第2の照射部16・20から対物レンズ10までの光路中に配置された回折格子と屈折面を有するレンズからなる回折光学素子11とを備える。上記回折光学素子11は、所定の式を満たすように設計されている。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 2 - 2 1 8 8 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[ 変更理由 ]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社